

PAT-NO: JP401251684A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01251684 A

**TITLE: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE AND MANUFACTURE
THEREOF**

PUBN-DATE: October 6, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

WATANABE, YUKIO

ISHIKAWA, MASAYUKI

ITAYA, KAZUHIKO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP63076089

APPL-DATE: March 31, 1988

INT-CL (IPC): H01S003/18

US-CL-CURRENT: 372/43, 438/510 , 438/FOR.149

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the desired stripe width and (h), to secure the surface condition after regrowth and crystallizability, and to contrive prevention of diffusion of N-type impurities by a method wherein a specific P-InGaAlP layer

is provided in the middle of a specific n-InGaAlP clad layer as an etching stopper and a diffusion blocking layer.

CONSTITUTION: After an n-GaAs buffer layer 2, an n-InGaP buffer layer 3, a specific n-InGaAlP clad layer 4, and an InGaP active layer 5 have been grown on an n-GaAs semiconductor substrate 1, the first InGaAlP clad layer 13 is grown in the desired value, namely, in the amount of (h), then a specific P-InGaAlP layer 14 is grown as an etching stopper and a diffusion-blocking layer, then the second P-InGaAlP clad layer 15 and a P-GaAs ohmic contact layer 7 are formed successively. Subsequently, the ohmic contact layer 7 is etched using SiO₂ 8 as a mask, and a stripe-like mesa is formed. Then, the etching reaching the P-InGaAlP layer 14 is conducted using hot sulfuric acid, and a stripe-like mesa is formed. As a result, the desired (h) can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平1-251684

⑤Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成1年(1989)10月6日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑭発明の名称 半導体レーザ装置及びその製造方法

⑯特 願 昭63-76089

⑰出 願 昭63(1988)3月31日

⑱発明者 渡辺 幸雄 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内
 ⑱発明者 石川 正行 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内
 ⑱発明者 板谷 和彦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内
 ⑲出願人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
 ⑳代理人 弁理士 則近 憲佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザ装置及びその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 導電型半導体基板上に、第一導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層、 $InGaP$ 活性層、第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層、オーミックコンタクト層を順次形成後、前記第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層の途中まで選択エッチングを行い、凸状のストライプを形成し、次いで凸状のストライプ部を除き電流阻止層を形成してなる半導体レーザ装置に於て、前記第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層の間には Al 混晶比、 $5 > y > 0$ である第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-y}Al_y)_{0.5}P$ 層が設けられてることを特徴とする半導体レーザ装置。

(2) 前記第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層及び $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層及び $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層

$-yAl_y)_{0.5}P$ 層の Al 混晶比は、 $x-y \geq 0.2$ である請求項1記載の半導体レーザ装置。

(3) 導電型半導体基板上に、第一導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層、 $InGaP$ 活性層、第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層、オーミックコンタクト層を順次形成後、前記第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層の途中まで選択エッチングを行い、凸状のストライプを形成し、次いで凸状のストライプ部を除き電流阻止層を形成してなる半導体レーザ装置に於て、前記第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.5}P$ クラッド層の間には Al 混晶比、 $5 > y > 0$ である第二導電型の $In_{0.5}(Ga_{1-y}Al_y)_{0.5}P$ 層を設け、前記クラッド層の凸部の形成には熱硫酸を用いることを特徴とする半導体レーザ装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

〔産業上の利用分野〕

本発明は電流狹窄効果と光導波効果を有する InGaAlP 系半導体レーザ装置に係わり、特に有機金属を用いた化学気相成長法（以下 MOCVD 法と略す）による半導体レーザ装置及びその製造方法に関する。

〔従来の技術〕

近年、MOCVD 法の結晶成長技術の向上に伴い、He-Ne レーザと同程度の発振波長が得られる InGaAlP 化合物半導体を使用した半導体レーザが作られるようになってきている（NIKKEI MICRODEVICES 1985 年 11 月号）。

ところで、これらの半導体レーザを、近年注目されているところのビデオディスクやレーザプリンターの光源として使用する場合、解決しなければならない問題があった。すなわち、光の損失とむだな再結合を最小とするため特定領域に光エネルギー及び注入電流を閉じ込める構造に加え、1

次いでこれをマスクに熱硫酸を用いた選択エッチングにより p-InGaAlP クラッド層の一部に達する深いエッチングで、厚さ h だけ p-InGaAlP クラッド層を残し、P-GaAs オーミックコンタクト層を含むストライプ状のメサ(7)を形成する。次いで、この SiO₂ を選択成長用マスクとして減圧 MOCVD 法を用いた選択成長（参考文献：応用物理学会結晶工学分科会第 2 回結晶工学シンポジウム講演集 p 11（1985））により SiO₂ マスクのある部分を除き n-GaAs(4) で埋め込む。次に、p 型電極(1)及び n 型電極(2)を形成して完成する。ところで、この構造のレーザは第 2 図(b)に示したストライプ状のメサの幅及び p-InGaAlP クラッド層の厚さ h によって特性は大きく変化してしまうため、このメサの幅及び厚さ h を精度良く制御することは、プロセス上重要なこととなっている。また、選択成長の際 n-GaAs 層を結晶性良く成長させることは n-GaAs 層を通して流れる無効電流を抑えストライプ状のメサ部のみに電流を効率良く流す為にもマウントした際に表面

μm オーダの微少スポットに絞り込む必要があるため半導体レーザの活性層に平行方向の光の閉じ込めすなわち横モードの制御が必要であった。そこで本発明者等は、これらの条件を満たすレーザ構造として、リッジ埋め込み型のレーザを作製し基本横モード発振することを確証した（参考文献：第 33 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集 4 p k-k-14 p-173）。まず、このリッジ埋め込み型のレーザの概略断面を第 2 図(d)に示し、その構造及び製法について第 2 図(a)、(b)、(c)、(d)をもちいて簡単に説明する。このリッジ埋め込み型のレーザは、n-GaAs 半導体基板(1)上に n-GaAs バッファ層(2)及び n-InGaAlP バッファ層(3)、n-InGaAlP クラッド層(4)、InGaP 活性層(5)、P-InGaAlP クラッド層(6)、P-GaAs オーミックコンタクト層(7)を順次形成したのち、SiO₂(8)をマスクに p-GaAs オーミックコンタクト層を SH エッチング液（硫酸 8 + 過酸化水素水 1 + 水 1 の混合液）によりエッチングしストライプ状のメサを形成し、

からの熱を効率良く逃がす為にも重要なこととなっている。ところが従来の製法では p-InGaAlP クラッド層の厚さ h の制御はエッチングの時間で行っていたためにその制御は非常に困難であった。厚さ h の制御を時間で行なう場合ウェーハの場所によっては既に所望の厚み h が得られているにもかかわらず他の場所ではまだ所望の厚みに達していないことがあった。近年、より一層の特性改善のため、電流狹窄層の n 型不純物濃度をあげ、かつ、厚みも厚くすることが試みられる様になった。すなわち、不純物濃度をあげることににより、吸収光により発生したキャリアを捕獲してしまうことにより電流狹窄効果を上げかつ、厚みを厚くすることにより前述した効果を高めることが出来、また、マウント時における活性層の短絡故障を防ぐ効果もあり、大幅な歩留り向上が期待される。ところが、ここで、n 不純物濃度の増加及び結晶成長時間の増加によって新たな問題として、この n 型不純物が p-InGaAlP クラッド層に拡散するという問題が発生した。

(発明が解決しようとする課題)

以上述べたようにストライプ幅及び h を精度良くエッチングすることが必要であり、かつ上記したように、特性向上のための方策による n 型不純物の拡散をふせぐ必要があった。

本発明は、これらの問題についてなされたものでストライプ幅及び h を精度良くエッチングすることが可能であり、かつ特性向上のための方策により n 型不純物の拡散をふせぐことが可能である半導体レーザ装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

(発明の構成)

(課題を解決するための手段)

上記問題点を解決するための手段として、われわれは、実験によりエッチングストップ層及び拡散ストップ層として $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ クラッド層に対して $X-y \geq 2$ 、 $5 \geq y > 0$ 、の $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ 層が有効であることを見いだした。そして、これを $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ と

$\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ クラッド層 $X=0.7$ (4)、 InGaP 活性層(5)を成長後、所望の値すなわち h だけ第一の $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ クラッド層(3)を成長し、次いでエッチングストップ層及び拡散阻止層として $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ 、 $y=0.5$ (4)を約 $0.01\mu\text{m}$ 、次いで第二の $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ クラッド層(4)、 $p\text{-GaAs}$ オーミックコンタクト層(6)を順次形成した。次いで、 SiO_2 (8)をマスクに $p\text{-GaAs}$ オーミックコンタクト層を SH エッチング液(硫酸8+過酸化水素水1+水1の混合液)によりエッチングし、ストライプ状のメサを形成する。次いで、 $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ $X=0.7$ 及び $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ $y=0.5$ 及び GaAs とに選択性がある熱硫酸を用いてエッチングストップ層及び拡散阻止層としての $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ $y=0.5$ 層に達するまでエッチングを行いストライプ状のメサを形成した。この時、熱硫酸は Al 混

$p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ の選択エッチング液である熱硫酸でエッチングすることによりエッチングストップ層及び拡散ストップ層として働くことを確認した。

(作用)

$p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ クラッド層の中間に $X-y \geq 2$ 、 $5 > y > 0$ 、の $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ 層を設けることにより所望のストライプ幅及び h を得ることができ、また再成長後の表面状態及び結晶性も確保され、かつ n 型不純物の拡散を防ぐことを可能にする。

(実施例)

本発明による実施例を第1図(a)、(b)、(c)、(d)を用いて以下具体的に説明する。第1図(d)は本発明の一実施例に係わる半導体レーザ装置の概略構造を第1図(a)、(b)、(c)、(d)は上記レーザの製造工程を示す図である。まず第1図に示すように $n\text{-GaAs}$ 半導体基板(1)上に $n\text{-GaAs}$ バッファ層(2)及び $n\text{-InGaP}$ バッファ層(3)、 n -

晶比 $X=0.7$ に対し Al 混晶比 $y=0.5$ のエッチング速度が約 $1/4$ であり、その差が 0.2 以上ある場合には $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ $y=0.5$ 層がウエハ全体に渡って露出するまでエッチングを行うことができ、それにより所望の h を得ることができた。なお、この Al 混晶比が 0.2 以下になると選択比が小さくなり h の制御は次第に困難となった。次いで、この SiO_2 を選択成長用マスクとして減圧 MOCVD 法を用いた選択成長により SiO_2 マスクのある部分を除き $n\text{-GaAs}$ (8)で埋め込むこの時エッチングストップ層及び拡散阻止層としての $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ $y=0.5$ 層は $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-X}\text{Al}_X)_{0.5}\text{P}$ $X=0.7$ と異なり Al の組成比が小さい為、エッチング後大気に曝しても表面の酸化が少なくその上に再成長をおこなったとしても問題がなく、我々のさらなる研究の結果その表面が $\text{In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ $y>0.5$ である場合に比較して格段に結晶性の改善が見られた。次に p 型電極(11)及び n 型電極(12)を形成

して完成した。本実施例によればエッチングによる h の均一性は確保され、また再成長後の表面状態及び結晶性も確保され、また、エッチングストップパー及び拡散阻止層としての $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ ($y=0.5$)層は約 $0.01\mu\text{m}$ と薄く、また、 InGaP 活性層より、バンドギャップが大きい為発光光を吸収することなく光のモードに対する影響は少なかった。そして、このエッチングストップパー及び拡散阻止層としての $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ に対して n 型不純物の拡散の程度を Al の組成比を変え調べてみたところ Al を含む組成であれば実用上、無視出来る程度にしかならないことがわかった。すなわち、 InGaAlP が表面にある場合と InGaP が表面にある場合とでは、その下の層への拡散の速度が大幅に異なることがわかった。

(発明の効果)

以上のように本発明によればエッチングによる h の均一性は確保され、また再成長後の表面状態及び結晶性も確保され、また、エッチングストップパー及び拡散阻止層としての $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ ($y=0.5$)層は約 $0.01\mu\text{m}$ と薄く、また、 InGaP 活性層より、バンドギャップが大きい為発光光を吸収することなく光のモードに対する影響は少なかった。そして、このエッチングストップパー及び拡散阻止層としての $p\text{-In}_{0.5}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.5}\text{P}$ に対して n 型不純物の拡散の程度を Al の組成比を変え調べてみたところ Al を含む組成であれば実用上、無視出来る程度にしかならないことがわかった。すなわち、 InGaAlP が表面にある場合と InGaP が表面にある場合とでは、その下の層への拡散の速度が大幅に異なることがわかった。

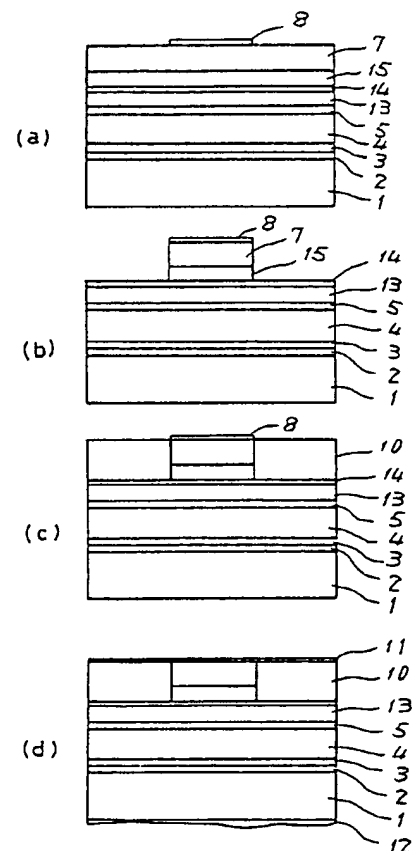
ストップパー及び拡散阻止層としての効果をもたせることも可能であり、 n 型不純物の拡散がおさえられることにより、電流狭窄効果を上げかつ、厚みを厚くすることができ、マウント時における短絡故障を防ぐことができ、大幅な歩留り向上及び特性の向上が可能になった。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示す工程断面図、第2図は従来技術の工程断面図である。

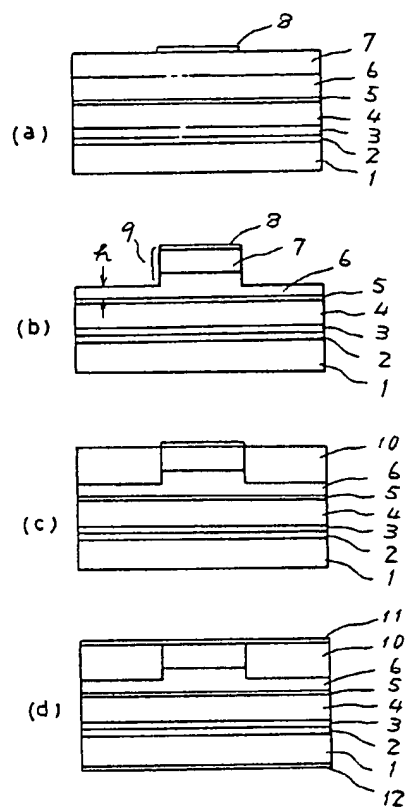
- 1… $n\text{-GaAs}$ 半導体基板、
- 2… $n\text{-GaAs}$ バッファ層、
- 3… $n\text{-InGaP}$ バッファ層、
- 4… $n\text{-InGaAlP}$ クラッド層、
- 5… InGaP 活性層、
- 6… $p\text{-InGaAlP}$ クラッド層、
- 7… $p\text{-GaAs}$ オーミックコンタクト層、
- 8… SiO_2 マスク、
- 9…ストライプ状メサ(リッジ)、
- 10… $n\text{-GaAs}$ 、
- 11… p 型電極、

- 12… n 型電極、
- 13…第1の InGaAlP クラッド層、
- 14…ストップパー及び拡散阻止層としての InGaAlP 層、
- 15…第2の InGaAlP クラッド層。



第 1 図

代理人 弁理士 則 近 憲 佑
同 松 山 允 之



第 2 図